

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHE

PATENTAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 195 34 516 A 1

(51) Int. Cl. 5:
H 03 L 7/093

DE 195 34 516 A 1

(21) Aktenzeichen: 195 34 516.9
(22) Anmeldetag: 5. 9. 95
(23) Offenlegungstag: 14. 3. 96

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

09.09.94 FI 944181

(71) Anmelder:

Nokia Telecommunications Oy, Espoo, FI

(74) Vertreter:

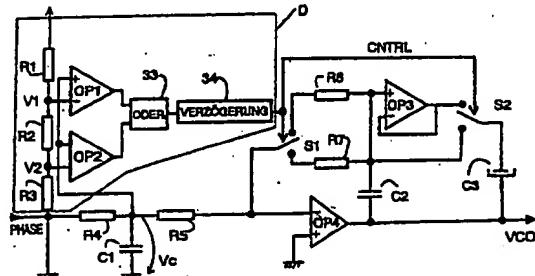
P. Meissner und Kollegen, 14189 Berlin

(72) Erfinder:

Rantakari, Erkki, Oulu, FI

(54) Schnell einrastender Phasenregelkreis

(57) Die Erfindung betrifft einen Phasenregelkreis, bei dem die Bandbreite durch Steuerung (Cntrl) von einer Einrastüberwachungsschaltung (D) geändert wird. Die Einrastüberwachungsschaltung (D) umfaßt Mittel zum Vergleichen der Impulsbreite des Ausgangssignals (Phase) des Phasendetektors mit einem Referenzfenster. In der Einstellungslage der Schleife überschreitet die Impulsbreite den Fensterrahmen. Dann steuert das von der Überwachungsschaltung erhaltenen Steuersignal das Filter in den breitbandigen Zustand. Wenn die Impulsbreite das Fenster erreicht und für eine bestimmte Zeit dort bleibt, wird die Lage so interpretiert, daß ein Einrasten stattgefunden hat, wobei das Steuersignal das Filter in den schmalbandigen Zustand steuert. Durch das Steuersignal werden sowohl der Widerstands- als auch der Kapazitätswert des Filters geändert. Das Filter umfaßt auch eine Anordnung zur Elimination von durch die Kapazitätsänderungen bedingten Spannungsstößen.



DE 195 34 516 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Phasenregelkreis mit einem Schleifenfilter, dessen Grenzfrequenz oder die Zeitkonstante veränderbar ist.

Ein Phasenregelkreis PLL (Phase Locked Loop) umfaßt normalerweise einen spannungsgesteuerten Oszillator, einen Phasendetektor und ein Tiefpaßfilter. Einem ersten Eingang des Phasendetektors wird ein Referenzsignal zugeführt, während einem zweiten Eingang ein zurückgekoppeltes Ausgangssignal des Oszillators zugeführt wird, das auch das Ausgangssignal des Kreises ist.

Der Phasendetektor erkennt eine Phasendifferenz zwischen den Eingangssignalen und gibt ein der Phasendifferenz proportionales Ausgangssignal ab, das dem als Schleifenfilter ausgeführten Tiefpaßfilter zugeführt wird. Die Ausgangsspannung des Tiefpaßfilters dient wiederum als Steuerspannung des spannungsgesteuerten Oszillators. In einem Gleichgewichtszustand der Schleife ist die Phase des Ausgangssignals auf der Phase des Referenzsignals eingerastet. Bei vielen Anordnungen, wie z. B. bei Frequenzsynthesizatoren, ist in einem Rückkopplungszweig ein Schleifenteiler vorgesehen, dessen Teilungszahl durch Software veränderbar ist. Dann wird die Frequenz des Ausgangssignals vor der Zuführung zum Phasendetektor geteilt, wobei Frequenzen gebildet werden können, die erheblich höher sind als die Referenzfrequenz, aber darauf eingerastet sind.

Ein Phasenregelkreis muß so sein, daß erstens sein Gleichgewichtszustand erhalten bleibt und daß das Ausgangssignal trotz rascher Schwankungen, wie Phasenjitter, in einem der beiden Eingangssignale nicht moduliert wird, und daß zweitens die Einrastzeit bei einer Änderung der Ausgangsfrequenz so kurz wie möglich ist. Dem Schleifenfilter werden somit hohe Anforderungen gestellt, die außerdem in Widerspruch zueinander stehen. Bei eingerasteter Schleife muß die Grenzfrequenz des Filters niedrig sein, damit ein Rauschen im Eingangssignal nicht als Modulation im Ausgangssignal sichtbar wird. Jedoch ist die geringe Bandbreite des Filters ein Nachteil während der Einrastzeit, wenn auf eine neue Frequenz eingerastet wird, z. B. nach der Änderung der Teilungszahl des Teilers. Um in diesem Falle eine kurze Einrastzeit zu erhalten, ist es bekannt, die Grenzfrequenz des Schleifenfilters in einer oder anderer Weise für die Dauer der Änderung hoch einzustellen. Es ist möglich, zwei parallelgeschaltete Schleifenfilter zu verwenden, wobei ein steuerbarer Umschalter das Filter mit einer großen Bandbreite für die Dauer der Frequenzänderung als Schleifenfilter einschaltet, während das Filter mit einer geringen Bandbreite eingeschaltet wird, sobald ein Gleichgewichtszustand in der Schleife erreicht ist. Es besteht auch die Möglichkeit, das Filter während der Frequenzänderung vollständig zu überbrücken. Möglich ist auch eine Anordnung, bei der der Widerstand eines Filters, das normalerweise ein RC-Tiefpaßfilter ist, mit Hilfe von Kopplungswiderständen für die Dauer der Änderung verringert wird. Bekannt sind auch Ladungspumpen, mittels deren das Laden bzw. Entladen des Kondensators des Filters beschleunigt wird.

Nach der US-Patentschrift 5 272 452 besteht ein Filter aus zwei parallelgeschalteten Filtern, von denen das eine nacheinander angeordnete RC-Glieder und das andere nur ein RC-Glied aufweist, das mit dem letzten RC-Glied des ersten Zweigs einen gemeinsamen Kondensator besitzt. Über den Schalter wird eines der bei-

den Filter zum Schleifenfilter gewählt. Die JP-Patentanmeldungen 61-60670 und 1-332362 beschreiben Anordnungen, bei denen der Widerstandswert des Schleifenfilters geändert wird. Nach der erstgenannten wird der erste Widerstand eines aktiven Filters durch einen Schalter gewählt, während nach der letztgenannten ein Widerstand eines passiven Filters durch einen Transistororschalter überbrückt wird. Anordnungen dieses Typs, bei denen nur ein Parameter geändert wird, haben den Nachteil, daß eine ausreichende Beschleunigung des Einrastens nicht erreicht wird, wenn der Phasenregelkreis eine sehr geringe Bandbreite besitzt. Außerdem verursacht ein in einem Sättigungszustand befindlicher Schalttransistor ein Rauschen in der Steuerspannung des VCO sowie Einschaltspannungsstöße.

Eine Anordnung mit Ladungspumpen ist in der US-Patentschrift 4 546 330 beschrieben. Dort umfaßt ein Tiefpaßfilter einen Kondensator und mehrere in Reihe geschaltete Widerstände. Mit dem Filter sind Pumpenkreise in einer Anzahl entsprechend der Anzahl der genannten Widerstände verbunden. Dadurch, daß jeweils einer der Pumpenkreise verwendet wird, läßt sich die Grenzfrequenz des Filters stufenweise einstellen. Das Prinzip ist in Fig. 1 der vorliegenden Anmeldung dargestellt. Ein Filter weist zwei identische Pumpenkreise P1 und P2 auf. Ein Pumpenkreis umfaßt UND- und NAND-Schaltungen, Dioden D1 und D2 sowie Widerstände R1 und R2, wie dies aus der Fig. 1 ersichtlich ist. Als Eingangssignale dienen von einem Phasendetektor erhaltenen Signale Up und Down sowie ein Signal FAST, das im invertierten Zustand dem Pumpenkreis P1 zugeführt wird. Der Phasendetektor gibt hier ein Signal Up oder Down ab, und zwar je nachdem, ob der Impuls des Referenzsignals dem zurückgekoppelten Ausgangssignal vor- oder nacheilt. Das Signal FAST ist hoch, wenn das Filter eine große Bandbreite besitzen soll. Das Filter umfaßt die Widerstände der Pumpenkreise sowie Widerstände R5 und R6 und einen Kondensator C. Das Filter arbeitet wie folgt: Angenommen, daß FAST hoch ist (daß das Filter eine große Bandbreite) und das Signal Up ebenfalls hoch ist. Man kann leicht sehen, daß sich der Pumpenkreis P1 in einem inaktiven Zustand befindet und keinen Einfluß auf die Schaltung hat. Der Pumpenkreis P2 ist aktiv, wobei der ohmsche Anteil des Filters aus den Widerständen R3 und R6 oder den Widerständen R4 und R6 des Pumpenkreises P2 besteht, und zwar je nach dem Zustand der Signale Up und Down. Wenn das Signal FAST niedrig ist, wird der Pumpenkreis P1 aktiv, während sich der P2 in einem inaktiven Zustand befindet. Nun besteht der ohmsche Anteil des Filters aus einer Reihenschaltung des Widerstands R3 oder R4 des Pumpenkreises P1 (je nach dem Zustand der Signale Up und Down) und der Widerstände R5 und R6. Die Verwirklichung dieser Anordnung ist aber recht kompliziert.

Anordnungen, bei denen das Filter während der Frequenzänderung vollständig überbrückt wird, sind in den Patentanmeldungen DE-29 51 283 und JP-2-265865 beschrieben. Nach der erstgenannten wird der Widerstand eines einfachen RC-Filters im Änderungszustand durch einen Transistororschalter überbrückt, während nach dem letztgenannten ein Filter oder ein Teil davon durch einen Schalter überbrückt wird. Die Überbrückung eines Filters während der Frequenzänderung bedeutet, daß der Phasenregelkreis hinsichtlich seiner Filterordnung ein Phasenregelkreis ersten Grades wird. Dies ist nachteilig, weil der vom Phasendetektor kommende Jitter einen direkten Zugang zur Steuerspannung des VCO

hat. Dies hat nämlich zur Folge, daß wenn das Schleifenfilter wieder schmalbandig ist, kann die Ausgangsfrequenz des PLL erheblich von der gewünschten Frequenz abweichen, wobei die Gesamteinrastzeit sogar länger werden kann.

Die vorliegende Erfindung schlägt einen ohne eine äußere Steuerung arbeitenden, schnell einrastenden Phasenregelkreis vor, der trotz Änderung der Eigenschaften des Schleifenfilters die vorstehend beschriebenen Nachteile nicht hat. Der Phasenregelkreis ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gekennzeichnet.

Bei dem erfindungsgemäßen Phasenregelkreis wird die Impulslänge eines von einem Phasendetektor erhaltenen Signals in einer Überwachungsschaltung überwacht. Wenn sie einen vorgegebenen Wert über- bzw. unterschreitet, interpretiert die Überwachungsschaltung die Lage so, daß sich der Phasenregelkreis in einem nichteingerasteten Zustand befindet, d. h. die Ausgangsfrequenz ist noch nicht auf der Frequenz des Eingangssignals eingerastet, und gibt entsprechend dieser Information ein erstes logisches Signal ab. Die Überwachungsschaltung bildet ein sog. Fenster und prüft, ob der Ausgang des PLL im Fenster ist, d. h. ob der PLL eingerastet ist. Liegt der Wert zwischen den Sollwerten, d. h. ist der Ausgang im Fenster, so interpretiert die Überwachungsschaltung die Lage so, daß sich der Phasenregelkreis in einem eingerasteten Zustand befindet, und gibt entsprechend dieser Information ein zweites logisches Signal ab. Die logischen Signale werden für eine bestimmte Verzögerung in einem Verzögerungsglied verzögert, dessen Ausgang das Steuersignal des Filters ist. Das Verzögerungsglied ist rückstellbar, was bedeutet, daß es in bestimmten Zeitabständen den Zustand des Eingangssignals prüft und den Zustand des Ausgangs unverändert aufrechterhält, falls sich das Eingangssignal nach Ablauf dieser Zeit nicht geändert hat. Änderungen im Eingangssignal während der Verzögerung beeinflussen somit nicht den Zustand des Ausgangs. Das Verzögerungsglied kann ein monostabiler Multivibrator oder eine rückstellbare Zählerkette sein.

Angenommen, daß das erste logische Signal als Eingang zum Verzögerungsglied ist (= keine Einrastung). Das vom Verzögerungsglied erhaltene Steuersignal des Filters hält das Filter dann breitbandig. Nach Ablauf der Verzögerung wird geprüft, ob sich das Eingangssignal des Verzögerungsglieds geändert hat. Hat es sich nicht geändert, so bleibt das Steuersignal unverändert. Hat sich das Eingangssignal aber geändert, d. h. hat die Impulslänge des Ausgangssignals des Phasendetektors das Fenster der Überwachungsschaltung erreicht, ändert sich das Steuersignal des Filters, wobei das Filter schmalbandig wird. Die Verzögerung ist ein wichtiger Bestandteil der Einrastüberwachungsschaltung, denn die dadurch bewirkte Hysterese verhindert das Filter daran, seinen Zustand zu leicht zu ändern, wobei der Übergang in den schmalbandigen Zustand erst dann erfolgt, wenn man mit Sicherheit weiß, daß ein Einrasten stattgefunden hat.

Das Filter besitzt ferner das charakteristische Merkmal, daß eine Änderung der Bandbreite auch zu einer Änderung des Kapazitätswerts führt. Eine Änderung des Kondensatorwerts ermöglicht einen großen Unterschied zwischen der großen und der schmalen Bandbreite des Filters, wobei ein äußerst schmalbandiger Phasenregelkreis realisierbar ist. Außerdem ist die Kondensatoranordnung so verwirklicht, daß ein Übergang vom Breitbandzustand in den Schmalbandzustand keine Einschaltspannungsspitze verursacht. Durch die Verwen-

dung von zwei Schaltern ist es möglich, sowohl die Dämpfung als auch die Bandbreite unabhängig voneinander zu optimieren.

Die Erfindung wird nachstehend unter Hinweis auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen bekannten Phasenregelkreis,

Fig. 2 das Prinzip eines erfindungsgemäßen Phasenregelkreises,

Fig. 3 eine Schleifenfilterschaltung in einem erfindungsgemäßen Phasenregelkreis und

Fig. 4 eine durch Zähler realisierte Einrastüberwachungsschaltung.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Phasenregelkreises. Impulse, die von einem Phasendetektor 21 zu einem Schleifenfilter 22 gehen, werden in einer Einrastüberwachungsschaltung 23 überwacht. Sie prüft, ob die Impulslänge in ein vorgegebenes Fenster paßt oder nicht. Falls die Impulslänge den vorgegebenen Wert über- bzw. unterschreitet, steuert die Schaltung 23 das Schleifenfilter in einen breitbandigen Zustand und hält es in diesem Zustand, solange ein Einrasten stattfindet. Wenn die Einrastüberwachungsschaltung ein Einrasten erkannt hat, gibt sie dem Filter ein Steuersignal ab, wobei das Filter schmalbandig wird.

In Fig. 3 ist eine Filterschaltung für einen analogen Phasenregelkreis dargestellt. Am Eingang In des Filters wirkt ein von einem Phasendetektor vom Typ XOR erhaltenes Signal Pha. Dieser Phasendetektor gibt einen Impuls ab, wenn der Impulszustand des Eingangs- und des Ausgangssignals des Phasenregelkreises nicht gleich ist. Die Ausgangsspannung Out des Filters ist die Steuerspannung des spannungsgesteuerten Oszillators VCO. Die Einrastüberwachungsschaltung umfaßt Komparatoren OP1 und OP2, deren Ausgänge als Eingänge einer ODER-Schaltung dienen. An dem einen Eingang beider Komparatoren wirkt eine von einem Spannungsteiler R1, R2, R3 erhaltene konstante Spannung, d. h. am Eingang des Komparators OP1 eine konstante Spannung V1 und am Eingang des Komparators OP2 eine konstante Spannung V2. An dem anderen Eingang der Komparatoren wirkt eine Spannung Vc eines Filterkondensators C1. Da die Spannung Vc von der Länge des vom Phasendetektor erhaltenen Impulses abhängt, kann diese Spannung mit den Spannungen V1 und V2 verglichen werden. Wenn die Spannung Vc des Kondensators die obere Soll-Spannung V1 überschreitet, übergeht der Ausgang des Komparators OP1 auf logisch "1". Unterschreitet die Spannung des Kondensators die untere Soll-Spannung, so übergeht der Ausgang des Komparators OP2 auf logisch "1". Das ist das erste logische Signal. Wenn die Spannung des Kondensators im Sollwertbereich liegt, weisen beide Komparatoren am Ausgang den Wert logisch "0" auf. Das ist das zweite logische Signal. Dies bedeutet, daß wenn das Eingangssignal Pha die vorgegebene Länge über- bzw. unterschreitet, gibt die ODER-Schaltung das erste logische Signal, z. B. einen positiven Impuls ab, das angibt, daß der Phasenregelkreis nicht auf der Referenzfrequenz eingerastet ist, wobei nach erfolgtem Einrasten das zweite logische Signal erhalten wird.

Ein logisches Signal ist an den Eingang eines rückstellbaren Verzögerungsgliedes 21 angelegt, das in vorgegebenen Zeitabständen den Zustand des Eingangs prüft. Ist am Eingang das erste logische Signal, d. h. positiv, so stellt das Verzögerungsglied seinen Ausgang, der ein Steuersignal Cntrl des Filters ist, in den Zustand "0". In diesem Zustand wird das Steuersignal erstes Steuersignal genannt, und es hält das Filter breitbandig. Nach

Ablauf einer vorgegebenen Zeit prüft das Verzögerungsglied wieder den Zustand seines Eingangs. Ist am Eingang immer noch das erste logische Signal, so bleibt Cntrl im Zustand "0". Hat sich aber der Eingang in das zweite logische Signal geändert, was ein Einrasten des Phasenregelkreises bedeutet, so übergeht das Steuersignal Cntrl des Filters auf "1". In diesem Zustand wird das Steuersignal zw. its Steuersignal genannt. Die Verzögerung beträgt beispielsweise 2 Sekunden, wobei die Schwingung zwischen dem eingerasteten und dem nichteingerasteten Zustand im Steuersignal nicht zu sehen ist.

Das Steuersignal Cntrl steuert Schalter S1 und S2 so, daß sie im Signalzustand "0", was also bedeutet, daß der PLL nicht eingerastet ist, sich in der oberen Stellung befinden. Wenn das Steuersignal Cntrl den Zustand "1" hat (PLL eingerastet), befinden sich die Schalter in der unteren Stellung. Je nach der Schalterstellung ist das Filter entweder schmalbandig oder breitbandig. Ein schmalbandiges Filter besteht aus den Komponenten R4, R5, C1, R7, C3, C2 und OP4. Ein breitbandiges Filter umfaßt die Komponenten R4, C1, R5, R6, C2 und OP4.

Angenommen, daß der Phasenregelkreis dabei ist, sich auf eine neue Frequenz zu stellen, z. B. die Teilungszahl des Schleifenteilers ist geändert worden. Dann erkennt die Einrastüberwachungsschaltung, daß sich die Spannung Vc nicht im Bereich des Fensters V1 ... V2 befindet. Der Ausgang der ODER-Schaltung ist hoch, und das Ausgangssignal Cntrl des Verzögerungsgliedes ist niedrig, wobei sich die Schalter S1 und S2 in ihrer oberen Stellung befinden, wobei das Schleifenfilter breitbandig ist und hintereinander eine RC-Schleife (Integrator) R4, C1, einen als Integrator dienenden Verstärker OP4, dessen Rückkopplungszweig aus einem Widerstand R6 und einem Kondensator C2 besteht, sowie einen die Integratoren verbindenden Widerstand R5 aufweist. Da sich der Schalter S2 in seiner oberen Stellung befindet, hat der große Kondensator C3 keinen Einfluß auf das Filter, jedoch ist seine Spannung der Spannung des Kondensators C2 proportional, weil die Spannung des C2 am Eingang des als Puffer dienenden Verstärkers OP3 wirkt. Der Ausgang des Puffers ist zwar der Eingangsspannung proportional, aber davon getrennt.

Wenn die Einrastüberwachungsschaltung erkannt hat, daß ein Einrasten stattgefunden hat, gibt die Überwachungsschaltung ein zweites Steuersignal ab, d. h. das Steuersignal Cntrl steigt an, wobei die Schalter S1 und S2 ihre untere Stellung geschwenkt werden. Dann umfaßt die Filterschaltung eine RC-Schleife (Integrator) R4, C1, einen als Integrator dienenden Verstärker OP4, dessen Rückkopplungszweig aus einem Widerstand R7 und parallelgeschalteten Kondensatoren C2 und C3 besteht, sowie einen die Integratoren verbindenden Widerstand R5. Ein Unterschied zum schmalbandigen Zustand besteht darin, daß sich der Widerstandswert des Rückkopplungszweiges geändert hat. Einen weiteren Unterschied stellt die Tatsache dar, daß der Kondensator C3 über den Schalter S2 zum Kondensator C2 parallelgeschaltet ist. Weil der Kondensator C3 im breitbandigen Zustand auf den Spannungswert des C2 aufgeladen ist, wird kein zusätzlicher Einschaltspannungsstoß erzeugt, wenn das Filter nach erfolgtem Einrasten des PLL schmalbandig wird.

Bei dieser Schaltung ist der RC-Rückkopplungszweig des Verstärkers OP4, der auch die Nullzeitkonstante des Filters bestimmt, je nach dem Zustand entweder R6, C2 oder R7, C2||C3. Somit ist es möglich, durch Änderung

des Werts von sowohl dem Widerstand als auch dem Kondensator sowohl die Bandbreite als auch den Dämpfungsfaktor der Schleife zu ändern und dadurch die Einrastgeschwindigkeit zu optimieren. Aus diesem Grund sind die Schalter erforderlich. Gäbe es z. B. nicht den Schalter S1 und gäbe es nur einen Widerstand oder wären die Widerstände R6 und R7 gleich groß, könnte der Dämpfungsfaktor des Filters im breitbandigen Zustand so klein sein, daß ein Einrasten gar nicht stattfinden würde. Nun wird dagegen das Verhältnis von R6 zu R7 so gewählt, daß es eine Dekade beträgt, wobei durch den Schalter S1 der niedrigere Widerstand R6 gewählt wird, der ein schnelles Einrasten bewirkt. Durch den Schalter S2 wird ein niedriger Kapazitätswert (C2) gewählt, was auch das Einrasten beschleunigt. Im schmalbandigen Zustand werden der höhere Widerstandswert R7 und eine hohe Kapazität, d. h. eine Parallelschaltung des C2 und C3, wobei der C3 zur Verhinderung eines Einschaltspannungsstoßes schon im voraus auf den Wert des C2 aufgeladen ist, gewählt.

Im Unterschied zu Filtern des Standes der Technik ändert sich auch der Wert des Kondensators in Abhängigkeit vom Einrastzustand. Darum kann der Unterschied zwischen der breiten und der schmalen Bandbreite groß sein, und es ist möglich, einen sehr schmalbandigen Phasenregelkreis zu realisieren. Die Bandbreite bei eingerasteter Schleife kann beispielsweise 0,7 Hz und während des Einrastens 10 Hz betragen.

Die erfundungsgemäße Einrastüberwachungsschaltung kann sowohl in digitaler als auch in analoger Form ausgeführt werden. Ist die Anwendungsumgebung digital, wobei dazu z. B. programmierbare Logikschaltungen gehören, empfiehlt es sich, eine digitale Überwachungsschaltung zu wählen. Dann werden anstelle von Komparatoren Zähler gemäß Fig. 4 verwendet. In diesem Beispiel wird angenommen, daß die Einrastfrequenz der Schleife 16 kHz beträgt. Die Zähler werden mit Taktimpulsen von 512 kHz gespeist. Erreicht einer der beiden Zähler die Zahl neun, erhält eine digital ausgeführte Verzögerungsschaltung DELAY den Eingang "1", wobei der Ausgang für zwei Sekunden auf "0" gebracht wird. Nach Ablauf dieser Zeit wird geprüft, ob sich der Zustand des Eingangs geändert hat.

Die Einrastüberwachungsschaltung wie auch das Filter selbst können im Rahmen der beigefügten Patentansprüche in verschiedenen Weisen verwirklicht werden.

Patentansprüche

1. Phasenregelkreis mit einem Phasendetektor, der als Eingänge ein Eingangssignal des Kreises und ein dem Ausgangssignal des Kreises proportionales Signal aufweist, und dessen Ausgangssignal ein der Phasendifferenz der Eingangssignale proportionales Signal ist,

einem spannungsgesteuerten Oszillator, einem mit dem Phasendetektor verbundenen Schleifenfilter, wobei die davon erhaltene Spannung eine Steuerspannung des spannungsgesteuerten Oszillators ist und dessen Bandbreite mit Hilfe eines Steuersignals des Schleifenfilters geändert wird, dadurch gekennzeichnet, daß er ferner umfaßt:

eine operational mit dem Ausgang des Phasendetektors verbundene Einrastüberwachungsschaltung mit Mitteln zum Vergleichen des Impulses des Ausgangssignals des Phasendetektors mit einem Referenzfenster und Mitteln zur Bildung eines

zweiten Steuersignals, das das Schleifenfilter in einen schmalbandigen Zustand steuert, wenn der genannte Impuls ins R ferenzfenster paßt, und zur Bildung eines ersten Steuersignals, das das Schleifenfilter in einen breitbandigen Zustand steuert, wenn sich der genannte Impuls wenigstens teilweise außerhalb des Referenzfensters befindet.

2. Phasenregelkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Vergleichen des Impulses des Ausgangssignals des Phasendetektors einen ersten Vergleicher (OP1; 41) zum Vergleichen des Ausgangssignals (Phase) des Phasendetektors mit einem ersten Referenzwert (V1), einen zweiten Vergleicher (OP2, 42) zum Vergleichen des Ausgangssignals. (Phase) des Phasendetektors mit 15 einem zweiten Referenzwert (V2) und ein am Ausgang der Vergleicher vorgesehenes Logikelement (33; 43), das ein erstes logisches Signal abgibt, wenn das Ausgangssignal des Phasendetektors zwischen dem ersten und dem zweiten Referenzwert liegt, 20 und sonst ein zweites logisches Signal abgibt, umfassen.

3. Phasenregelkreis nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Vergleicher ein analoger, als Komparator geschalteter erster Operationsverstärker (OP1) ist, dessen Referenzwert die 25 erste Spannung (V1) ist, und der zweite Vergleicher ein analoger, als Komparator geschalteter zweiter Operationsverstärker (OP2) ist, dessen Referenzwert die zweite Spannung (V2) ist.

4. Phasenregelkreis nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Vergleicher ein erster digitaler n-Zähler (41) ist, zu dessen Rückstelleingang das Ausgangssignal (Phase) des Phasendetektors geführt wird, und der zweite Vergleicher ein 35 zweiter digitaler n-Zähler (42) ist, zu dessen Rückstelleingang das Ausgangssignal (Phase) des Phasendetektors invertiert zugeführt wird, und daß sowohl der erste als auch der zweite Referenzwert als 40 der Wert n dienen, bis zu dem der Zähler die zugeführten Taktimpulse zählt, und wenn einer der Zähler den Wert n erreicht, gibt das Logikelement das erste logische Signal ab.

5. Phasenregelkreis nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Logikelement (33; 43) eine 45 ENTWEDER-ODER-Schaltung ist.

6. Phasenregelkreis nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Bildung des ersten und des zweiten Steuersignals des Schleifenfilters ein mit dem Ausgang des Logikelements verbundenes Verzögerungsglied (34; 44) umfassen, wobei der Zustand des Ausgangs in regelmäßigen Zeitabständen in den Zustand des Eingangs geändert wird.

7. Phasenregelkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandswert von wenigstens einem ohmschen Anteil des Schleifenfilters und der Kapazitätswert von wenigstens einem kapazitiven Anteil über Schalter (S1, S2) gewählt werden, die durch die Steuerspannung (Cntr) gesteuert 60 werden.

8. Phasenregelkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandswert dadurch gewählt wird, daß über den ersten Schalter (S1) einer der beiden Widerstände (R6 oder R7) zu einem ohmschen Anteil gemacht wird, und daß der Kapazitätswert dadurch gewählt wird, daß über den zweiten Schalter (S2) ein zweiter Kondensator

(C3) zum ersten Kondensator (C2), der ein permanenter Teil des Filters ist, parallelgeschaltet oder davon getrennt wird.

9. Phasenregelkreis nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß wenn der zweite Kondensator (C3) von dem kapazitiven Anteil getrennt ist, wird er über einen Pufferverstärker (OP3) und den zweiten Schalter (S2) auf die Spannung des ersten Kondensators (C2) aufgeladen.

10. Phasenregelkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte ohmsche Anteil und der genannte kapazitive Anteil in einem Rückkopplungszweig eines aktiven Filters angeordnet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

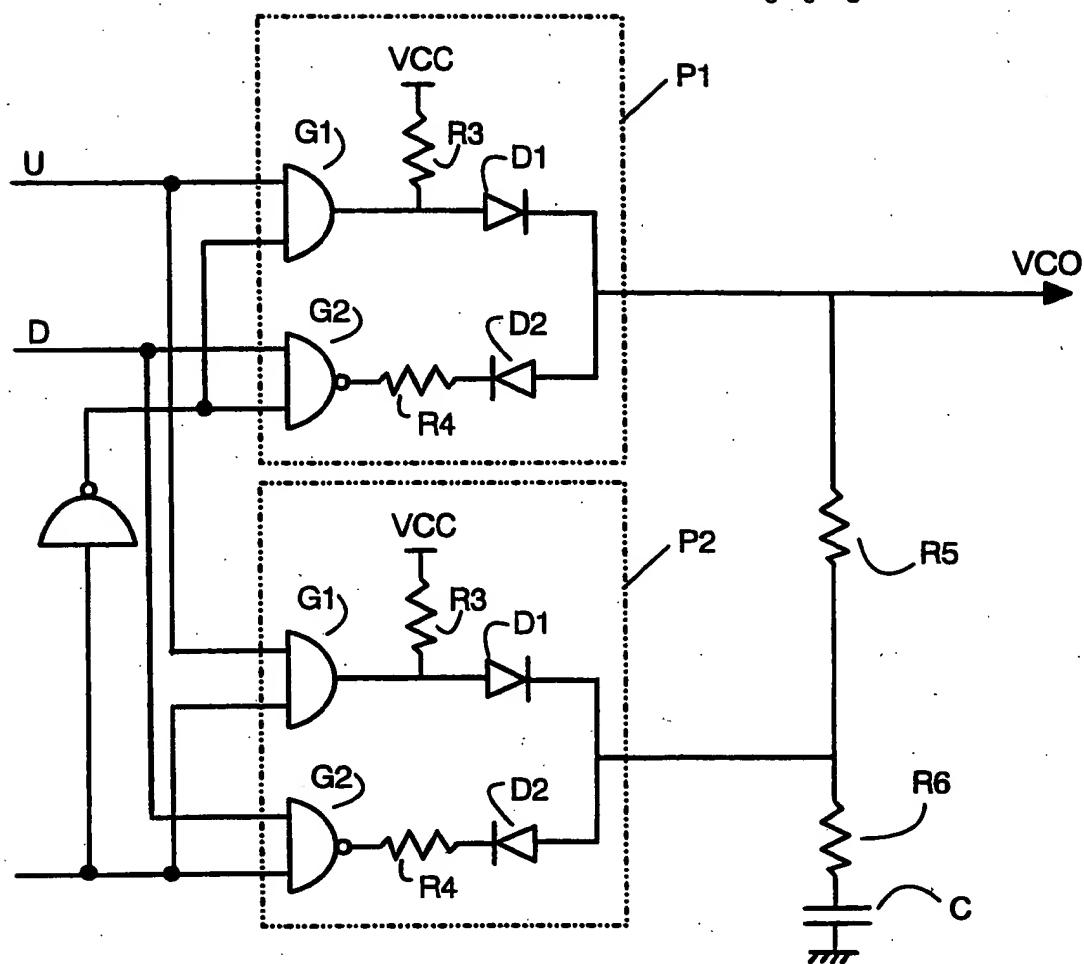


FIG. 1

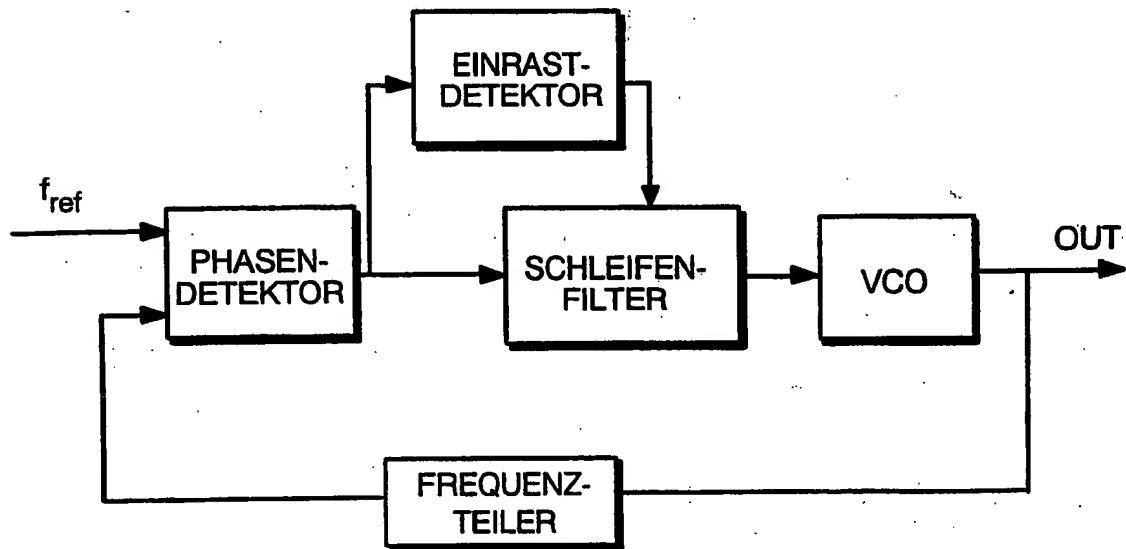


FIG. 2

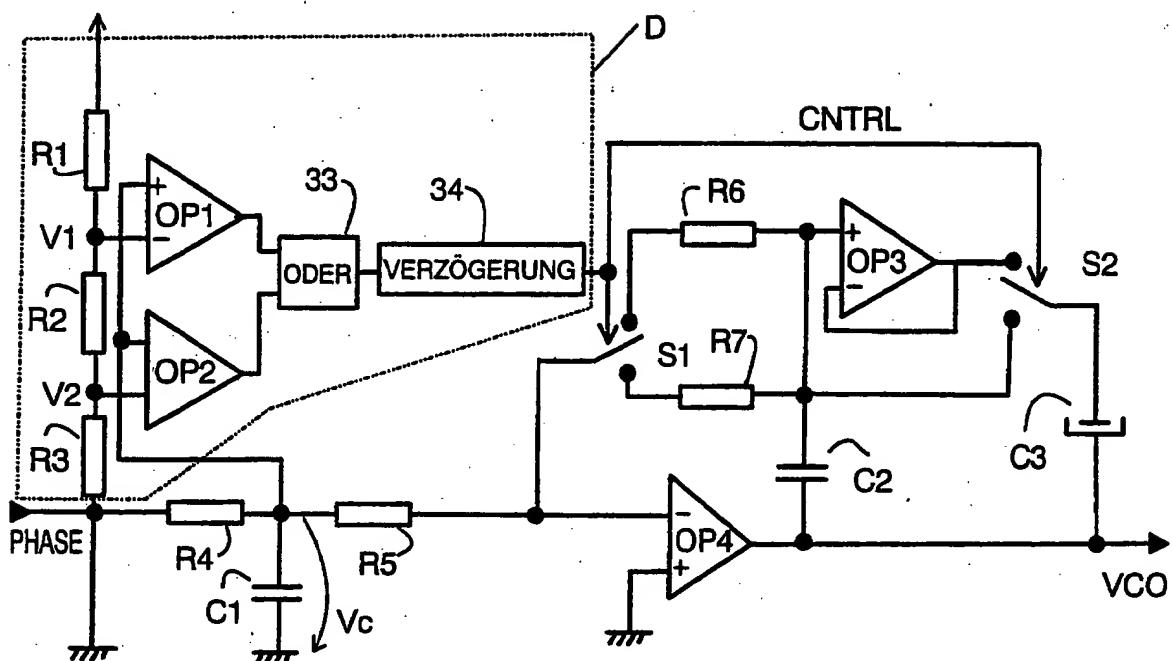


FIG. 3

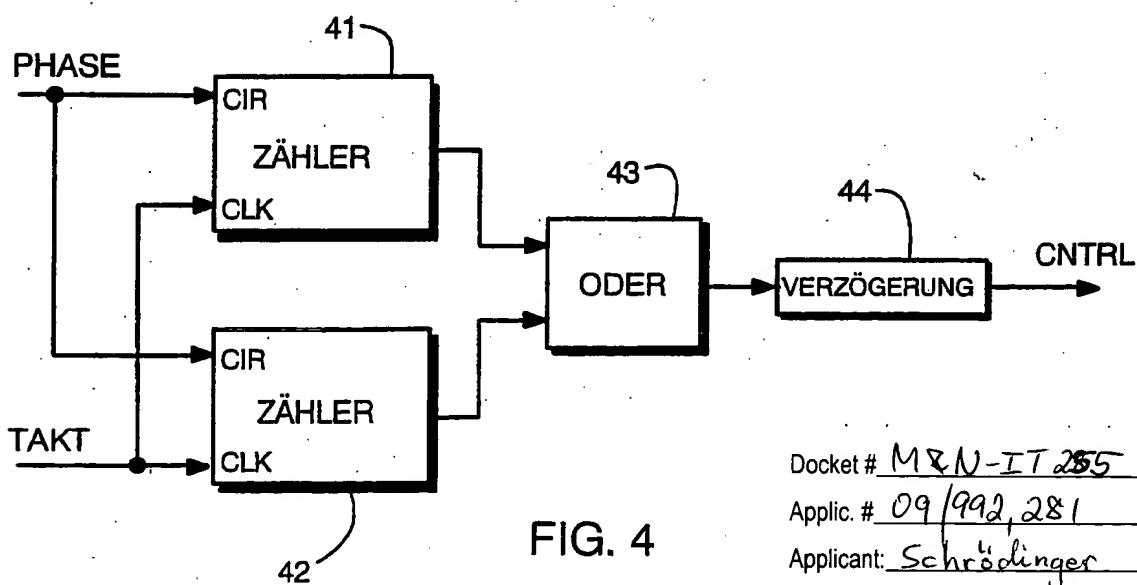


FIG. 4

Docket # M&N-IT 255

Applic. # 09/992,281

Applicant: Schrödinger

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101